

Patrik Kollin

Kustannusvertailu käyttövesijohtojen eri materiaaleista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

29.10.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Patrik Kollin Kustannusvertailu käyttövesijohtojen eri materiaaleista 31 sivua + 4 liitettä 29.10.2014
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaajat	toimitusjohtaja Mikko Huttunen lehtori Jyrki Viranko
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin eri vesijohtomateriaalien kustannusvaikutuksia kohteiden tarjouslaskenta vaiheessa. Työn päätarkoituksena oli saada tarjouslaskentaa varten erilaisia kustannusarvioita eri vesijohtomateriaalien vaikutuksista, niin tarvikkeiden, materiaalien kuin työtuntien osalta. Opinnäytetyössä vertailussa olivat mukana materiaalina kupariputki sekä komposiittiputki. Liitostapoina vertailtavina olivat juotosliitos, kupariputken puristusliitos sekä komposiittiputken puristusliitos.</p> <p>Liitostapoja ja materiaaleja tutkittiin työssä myös yleisesti. Työssä käytiin läpi materiaalien perustietoja, asennustekniikkaa sekä hintavertailua materiaalien ja tarvikkeiden välillä. Tarkastelua tehtiin myös materiaalien hyödyistä ja haitoista.</p> <p>Työssä käytettiin Putki-Rex Oy:n aiemmin valmistunutta kohdetta, josta massoiteltiin kaikki runkovesijohdot jokaisella eri materiaalilla ja liitostavalla. Massat laskettiin yhteen ja syötettiin tarjouslaskenta ohjelmistoon, jonka jälkeen vertailtiin kustannuksia saatujen tulosten perusteella.</p> <p>Saatujen tulosten perusteella kupariputken puristusliitos osoittautui halvimmaksi. Juotosliitos oli toiseksi kallein, ja komposiittipuristusliitos oli kallein. Työn pohjalta laadittiin myös muunnoskertoimet jokaiselle eri liitostavalle. Muunnoskertoimilla on jatkossa helppo muuntaa hintoja eri liitostapojen välillä nopeasti. Tulosten pohjalta pystytään helpommin havaitsemaan vesijohtomateriaaleista aiheutuvat kustannukset. Työstä saatuja tuloksia voi pitää suuntaa antavina, koska kyseessä oli vain yhden kohteen laskennan tulos.</p> <p>Työn tuloksia pystytään käyttämään tilaajan toimesta tarjouslaskennan apuna jatkossa, ja työtä on mahdollisuus jatkaa ja tarkentaa tulevaisuudessa. Esimerkiksi useamman kohteen vastaava laskenta ja näitten tulosten lisääminen muunnoskertoimiin parantaisi tarkkuutta.</p>	
Avainsanat	kustannusvertailu, vesijohdot, materiaalit, komposiitti, kupari

Author Title	Patrik Kollin Cost estimate of different water pipe materials
Number of Pages Date	31 pages + 4 appendices 29 October 2014
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Mikko Huttunen, CEO Jyrki Viranko, Principal Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to find out how different water pipe materials affect costs when preparing tenders. The different materials compared in this thesis were copper pipes with soldered joints and press fittings, and composite pipes with press fittings. The aim was to get an idea of the expenses arising from supplies, materials and labor.</p> <p>All the material needs for the tenders were collected from HVAC plans of an old finished construction site. After calculating the tender for each material they were transformed into multipliers for evaluation of how the costs would change if the material of the water pipes is changed.</p> <p>According to the cost estimates it was clear that using copper tubes with press fittings was the most cost effective way to install water pipes. The second cheapest was copper pipe with solder joints and the most expensive one was using composite pipes with press fittings.</p> <p>The multipliers used for the different materials are of course only directional. More development would be needed to verify the multipliers. With the information about the different costs combined with the multipliers created, the thesis can be used as a tool to save time in tender calculation.</p>	
Keywords	Cost estimate, waterpipes, materials, composite, copper

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Kohteen rajaus	1
1.2	Työn tarkoitus	1
1.3	Yritysesittely	2
2	Vertailussa käytettävät materiaalit ja liitostavat	2
3	Putkimateriaalit	3
3.1	Kupariputki	4
3.2	Komposiittiputki	6
4	Materiaalien vertailu	8
5	Liitostavat	9
5.1	Juotosliitos	10
5.2	Puristusliitos kupariputkeen	11
5.3	Puristusliitos komposiittiputkeen	14
6	Liitosten vertailu keskenään	16
7	Hintavertailu	17
8	Materiaalien hinnoittelu	18
9	Tarjouslaskenta	19
9.1	Tarjouslaskennan perusteet	19
9.2	Laskentaohjelma	20
10	Kohteen tiedot	21
11	Kustannusvertailun toteutus	22
12	Kustannusvertailu	23
12.1	Juotosliitos	24
12.2	Kupariputken puristusliitos	25
12.3	Komposiittiputken puristusliitos	26

12.4	Muunnoskertoimet materiaaleille	27
13	Yhteenveto	28
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Tarjouslaskentaohjelman esimerkki	
	Liite 2. Työn massat, kuparipuristusliitos	
	Liite 3. Työn massat, komposiittipuristusliitos	
	Liite 4. Työn massat, juotosliitos	

Lyhenteet ja määritelmät

CIIR Klooributyylikumi

Du Putken ulkohalkaisijan koko

EPDM Kumi, joka koostuu eteeni- propeen- ja dieenimonomeereistä

FosCu Hopeafosforikuparijuote

Komposiitti Kahden tai useamman materiaalin (metalli, puu, muovi tai keraami) yhdistelmä, jossa materiaalit toimivat yhdessä mutta eivät ole liunneet tai sulautuneet toisiinsa

Kovajuotto Juottaminen yli 450 asteessa. Kovajuottamisella saadaan luotua varma ja kestävä liitos.

NH Normitunti

Osaprosentti

Laskennassa putken hintaan lisättävä prosentti jolla yritetään huomioida osat joita ei pystytä suunnitelmista suoraan näkemään

Pehmeäjuotto

Juottaminen alle 450 asteessa. Pehmeäjuotettu liitos ei ole yhtä hyvin rasitusta kestävä kuin kovajuotettu liitos.

S Putken seinämävahvuus

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on erilaisten vesijohtomateriaalien ja liitostapojen vertailu hinnan ja työn suhteessa. Vertailun apuna käytetään Helsingissä sijaitsevaa Putki-Rex Oy:n jo valmistunutta työmaata As Oy Tunturikatu 12:ta, joka toteutettiin puristusliittimillä. Tarkoituksena on myös vertailla puristusliitosta, juotosliitosta ja komposiitin puristusliitosta yleisesti. Työssä käydään läpi materiaalien ominaisuuksia, käyttökohteita, hyötyjä sekä haittoja. Apuna tullaan käyttämään LVI-työehtosopimuksen mukaista normityötuntihinnoittelua ja sen avulla vertaillaan työtuntien määriä eri liitostapojen välillä.

1.1 Kohteen rajaus

Kohteesta on tarkoitus laskea massat jokaisella kolmella tässä vertailussa käytettävällä työtavalla ja materiaalilla, jotka ovat juottaen ja puristamalla kupariputkella sekä komposiittiputkella puristusliitoksien. Tarkoituksena on laskea normaalia laskentatapaa tarkemmin kohteessa käytettävät osat ja tarvikkeet. Massoihin huomioidaan siis myös kaikki supistukset, liittimet ja muut nipat, kun normaalisti huomioitaisiin vain käyrät ja t-haarat. Massat huomioidaan niin tarkasti, jotta pystyttäisiin jatkossa käyttämään saatuja tuloksia vertailukohtina uusille tarjottaville kohteille. Laskenta tehdään kohteesta olevien LVI-suunnitelmien mukaan. Laskennassa ei huomioida kylpyhuoneen pintaputkia, koska todettiin, että se ei vaikuta oletettavasti vertailun tekoon. Kylpyhuoneiden pintaputket toteutettaisiin joka tapauksessa samalla tavalla, joten hintaan sillä ei olisi vaikutusta.

1.2 Työn tarkoitus

Opinnäytetyö toteutetaan Putki-Rex Oy:n toimeksiantona helpottamaan ja selkeyttämään tarjouslaskentaa eri vesijohtomateriaalien välillä. Tarkoituksena on tämän opinnäytetyön avulla saada tarjouslaskentaa varten tietoa eri materiaalien työn ja hinnan eroista ja mikä olisi mahdollisesti kannattavin tapa toteuttaa kohteita. Kustannusvertailun avulla pyritään saamaan tarjouslaskentaa varten arvioita eri materiaalien toteuttamisen kustannuksille.

Esimerkkinä voitaisiin käyttää kohdetta, joka on suunniteltu komposiittiputkilla ja josta haluttaisiin nopeasti saada arvio kuinka paljon kustannukset muuttuisivat, jos käytettäisiin kupariputkea juottamalla. Tämän työn tuloksen avulla sen arviointi olisi nopeaa ja pystyttäisiin heti hahmottamaan mahdollinen materiaalin vaihdosta aiheutuva kustannus. Tietenkään arvio ei ole täysin luotettava, koska jokainen kohde on erilainen, mutta tietyn arvion sillä pystyy saamaan.

1.3 Yritysesittely

Putki-Rex Oy on LVI-alan urakointiliike, joka on toiminut vuodesta 1988 pääkaupunkiseudulla. Putki-Rex Oy:n päätoimenkuvaan kuuluvat LVI-urakointi, talotekniset peruskorjaukset sekä kaukolämpö- ja jäähdytystyöt erikokoisissa projekteissa. Yhtiöllä on myös kaasuasennuksien tekemiseen oikeudet. Pääasiallinen toimiala on asuin- ja toimistokiinteistöjen talotekniset peruskorjaukset. Suurin osa yhtiön tämänhetkisistä töistä keskittyy linjasaneerauksien tekemiseen. [4]

2 Vertailussa käytettävät materiaalit ja liitostavat

Vertailussa käytettävät materiaalit ovat kupariputki sekä komposiittiputki. Kupariputken osalta liitoksena vertailussa ovat tiivisterenkaallinen puristusliitin sekä kovajuotettava liitos FosCu:n eli hopeafosforikuparijuotteen avulla. Komposiittiputken osalta vertailussa käytettävä liitostapa on tiivisterenkaallinen puristusliitin. Puristusliitoksessa sekä kupariputken kovajuotoksessa käytetään tyyppihyväksyttyä vesijohtoasennuksiin soveltuvaa kupariputkea, ainut ero on putken liitostapa. Työssä on käytetty tilaajan toiveesta Mapress-kuparipuristusosia ja Wehopress-komposiittipuristusosia. Kapillaariliitososat ovat tukkurin hyllyistä saatavia perusosia.

3 Putkimateriaalit

Kupariputki ja monikerrospotki eli komposiittiputki ovat kummatkin nykyaikana varteen-
otettavia vaihtoehtoja vesijohtoasennuksissa. Kupariputkea on käytetty LVI-
asennuksissa huomattavasti kauemmin. Komposiittiputki on ollut markkinoilla vasta
paljon vähemmän aikaa.

Taulukko 1. Komposiittiputken ja kupariputken koot

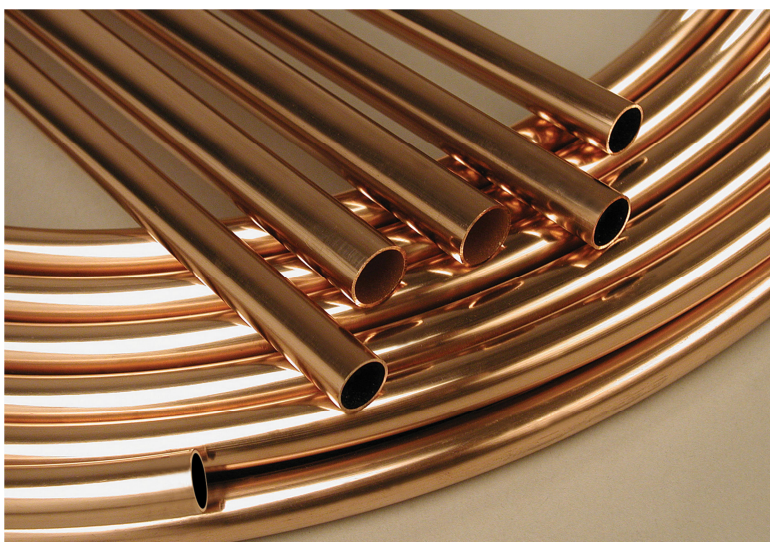
Kupariputki	Komposiittiputki
du x s	du x s
12 x 1,0	16 x 2
15 x 1,0	16 x 2
18 x 1,0	20 x 2
22 x 1,0	25 x 2,5
28 x 1,2	32 x 3
35 x 1,5	40 x 3,5
42 x 1,5	50 x 4,0
54 x 1,5	63 x 4,5

Kupariputken ja komposiittiputken yksi isoimmista eroista on putkien ulkohalkaisijassa
(taulukko 1). Taulukossa du tarkoittaa putken ulkohalkaisijaa, ja s tarkoittaa putken
seinämävahvuutta. Komposiittiputkesta lähimpänä kokona kupariputkeen valitaan aina
seuraava isompi koko. Esimerkkinä kupariputkesta koko 22 vastaa lähimpänä kompo-
siittiputken kokoa 25. Komposiittiputkesta pienin koko on 16, joten vastaavasti 15, 12 ja
sitä pienemmän koon kupariputkissa joudutaan käyttämään kokoa 16 komposiitissa.

Taulukosta pystyy myös näkemään selvän eron putkien seinämävahvuudessa, jossa
kupariputkella seinämävahvuus pysyy isommassakin putkikoossa maltillisena. Kompo-
siitin osalta taulukon isoimmalla putkella seinämävahvuus on 4,5 mm, kun kupariput-
kessa vastaavan koon putkessa seinämävahvuus on vain 1,5 mm.

3.1 Kupariputki

Kupariputki on ollut käytössä Suomessa jo yli sadan vuoden ajan, tiettävästi sen käyttö on alkanut jo 1890-luvulla. Alkuun kuparia käytettiin vain lämminvesijohdoissa, mutta 1950–60-luvulla myös kylmävesiasennuksissa alettiin käyttää kupariputkea. 1980-luvulle saakka kupariputki oli hallitseva vesijohtomateriaali. Silloin muoviputken käyttö alkoi yleistyä pienissä rakennuksissa. Isommissa rakennuksissa kupariputki on edelleenkin käytetyin materiaali vesijohtoverkoissa. Kupariputken käytölle jo yli sadan vuoden ajan vesijohtojen asennuksissa on selkeä syy. Se tiedetään turvallisiksi materiaaliksi käyttökokemusten perusteella, ja se on todistanut luotettavuutensa ajan saatossa. Kupariputki onkin huomattavasti muita materiaaleja tarkemmin tutkittu ja testattu, joten nykyaikana pystytään jo todistamaan kupariputken turvallisuus. Kupariputken yleisimmät koot ovat 10–108 mm, ja kupariputkia toimitetaan suorina salkoina sekä hehkutettuna kiepeissä (kuva 1). [2, s. 71; 8.]



Kuva 1. Kupariputkia salkoina sekä kiepeissä [16]

Kupariputken hyviin ominaisuuksiin lukeutuu sen hyvä kestävyys eri olosuhteissa, ja se kestää hyvin niin ulkoista, kuin sisäistäkin rasitusta. Se ikääntyy ilman että sen rakenteessa tapahtuu muutoksia, eikä se menetä hyviä ominaisuuksiaan vanhetessakaan. Kupari on myös erittäin korroosionkestävä materiaali, eikä se vahingoitu edes ulkoisen kosteuden vaikutuksesta. Kupariputki kestää myös hyvin kuumaa ja kylmää, joten sen käyttötavat ovat jo tämän takia monimuotoiset.

Lämpötilavaihteluja kupariputki kestää -200 asteesta $+250$ asteeseen. Kupariputkesta ei myöskään merkittävästi liukene mitään haitallista käyttövesiverkostoon. Kupari ehkäisee myös luonnollisena ominaisuutena bakteerikasvustoja, ja sen on myös todettu vähentävän Legionella-bakteerin kasvua. Kupariputken läpi ei myöskään pääse happea, öljyä tai liuottimia, jotka ovat vesijohtoverkostolle haitallisia aineita. [13; 15]

Kuparin virtausominaisuudet ovat mainioita, jolloin pystytään käyttämään ohutseinäisempiä putkia ja sisähalkaisija saadaan isommaksi ulkohalkaisijan koon jäädessä pienemmäksi. Myös palotekniset ominaisuudet ovat kuparissa mainiot, eikä se kuumentuessa synnytä myrkyllisiä kaasuja. Kupari on erittäin kierrätettävä materiaali, ja tällä hetkellä kaikesta louhitusta kuparista edelleenkin 80 % on käytössä. Kupari ja kupariseokset ovat 100 prosenttisesti kierrätyskelpoisia materiaaleja. Kierrättämällä kuparia pystytään tekemään huomattavia energiasäästöjä. [16]

Kupari sopii yhtä hyvin uudisrakentamiseen kuin peruskorjauskohteisiin. Pinta-asennuksia varten on saatavilla kromattuja tai valmiiksi polttomaalattuja putkia. Käyttämällä valmiiksi pintakäsiteltyjä putkia asennustyö saadaan kerralla siistiksi. Myös putken muokkaaminen on helppoa asennuksen yhteydessä.



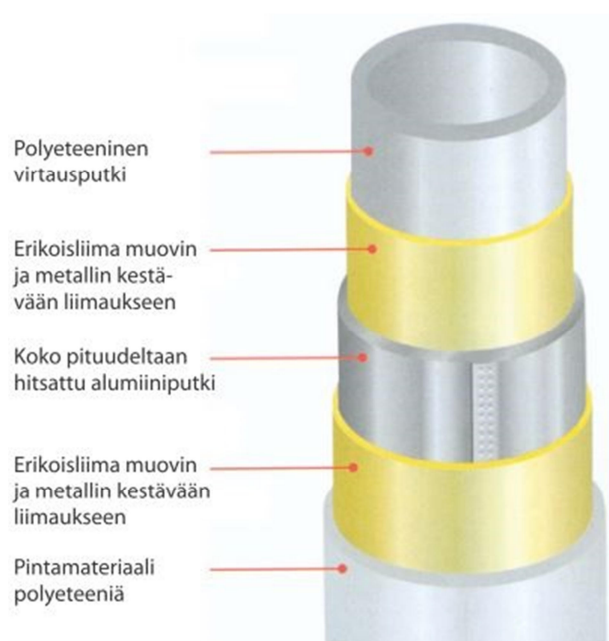
Kuva 2. T-drill haaroitustyökalu [20]

Kupariin pystytään helposti tekemään taivutuksia sekä haaroituksia. Haaroitusten tekeminen kupariputkeen onnistuu erikoistyökalun avulla, jonka avulla porataan kupariputkeen haaroitus. Haaroittamalla putkia saadaan työtä nopeutettua, kun asennuksessa ei ole tarve käyttää tehdasvalmisteisia liitososia (kuva 2).

3.2 Komposiittiputki

Monikerrospotki, eli normaalisti kutsuttu komposiittiputki on yleistynyt huomattavasti viimeisen kymmenen vuoden sisällä vesijohtoasennuksissa. Sana komposiitti tarkoittaa kahden tai useamman materiaalin (metalli, puu, muovi tai keraami) yhdistelmää, jossa materiaalit toimivat yhdessä, mutta eivät ole lienneet tai sulautuneet toisiinsa. Komposiittiputkijärjestelmän etuna onkin juuri se, että siinä yhdistyvät hyvät puolet muoviputkesta ja metalliputkesta. [2, s.76.]

Komposiittiputken rakenne koostuukin yleensä sisäputkesta, joka on normaalisti muovinen, keskimmäisestä alumiinisesta putkesta sekä ulkokuoresta, joka on myös muovia sisäputken tapaan. Putket on liitetty yhteen erikoisliimalla. Komposiittiputkessa muoviputkien välissä oleva alumiiniputki estää hapen ja muiden kaasujen läpäisyn putken sisälle. Alumiiniputki myös tukevoittaa ja jäykistää putken rakennetta. Kuvassa 3 näkyy tarkemmin komposiittiputken rakenne. [5; 6.]



Kuva 3. Komposiittiputken rakenne [18]

Komposiittiputken hyviin puoliin lukeutuu sen monikäyttöisyys. Se soveltuu hyvin myös paineilma-, lämmitys-, ja jäähdytysjärjestelmiin. Komposiittiputki kestää myös erittäin hyvin lämmönvaihteluja. Sen korkein sallittu jatkuva lämmönkestävyys on 70 °C. Monikerrosrakenteen ja putken elastisuuden takia komposiitti hiljentää itsessään jo veden virtauksista aiheutuvia ääniä. Monikerrosrakenteen takia putki estää myös kondensoitumista ja lämmönhukkaa. Komposiitin etuja ovat myös sen kevyt rakenne, jolloin putken asentaminen helpottuu huomattavasti. Komposiittiputken pinta on myös sellaiseen valmis pinta-asennuksiin (kuva 4). Putken pinta on käsitelty muovikerroksella, jolloin se ei tarvitse muita pintakäsittelyjä. Komposiittiputki suositellaan asennettavaksi siten, että putken merkinnät osoittavat seinään päin. Putken merkinnät on myös mahdollista poistaa kokonaan putken pinnalta. [7]



Kuva 4. Valmis komposiittipuristusliitos putkeen asennettuna [5]

4 Materiaalien vertailu

Sekä kupari- että komposiittiputken ominaisuudet ovat hyvin vastaavia. Putkien työstäminen on helppoa ja molempien putkien pinnat ovat käyttövalmiita niin piiloon jäävissä asennuksissa kuin näkyvissä pinta-asennuksissakin. Toki kupariputki vaatii kromatun tai polttomaalatun vaihtoehdon pinta-asennuksille. Komposiittiputkesta on nykyään saatavilla kromattua putkea, joten valkoiselle komposiittiputkelle on myös tyylikkäämpi vaihtoehto. Molemmat putket kestävät hyvin lämpötilavaihteluja, eikä putkissa tunnetusti ole makuhaittoja aiheuttavia tekijöitä. Kummatkin soveltuvat erittäin moneen käyttötarkoitukseen, eivätkä pelkästään vesijohtoasennuksiin. Komposiitti soveltuu esimerkiksi hyvin lämpö- ja jäähdytysasennuksiin. Kupariputki käy moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen.

Komposiittiputkessa etuja kupariin nähden ovat sen kevyt ja helppo käsiteltävyys sekä siisti asennusvalmis pinta joka käyttötilanteeseen. Komposiittiputken asennus on nopeaa osaavan asentajan toimesta. Tulitöitä ei myöskään komposiittiputken puristusliitoksessa tarvitse tehdä. Huonoiksi puoliksi voisi lukea, että komposiittiputki ei välttämättä sovellu jokaiseen kohteeseen, ainakaan saneerauspuolella. Materiaalina komposiittiputki on paljon vähemmän testattu kuin kupari, joten yhtä paljon tutkimustietoa ei siitä vielä ole saatavilla. Komposiittiputki on verrattavissa luotettavuudessaan muoviputkeen, koska käytännössä komposiittiputken virtausputkena käytetään erilaisia muovista valmistettuja putkia valmistajasta riippuen.

Kupariputken eduksi voitaisiin sanoa, että se soveltuu kohteeseen kuin kohteeseen. Kupariputki on testattu ja todettu pitkäikäiseksi materiaaliksi, ja se toimii hyvin LVI-asennuksissa. Kupari on erittäin varma materiaali, ja se on tutkitusti turvallinen. Liitostapoja on monia, joten kuparin asennus onnistuu ilman tulitöitä.

Kummassakin materiaalissa on omat hyvät ja huonot puolensa, ja periaatteessa käyttökohde oikeasti määrittelee, mitä materiaalia kannattaa käyttää. Jokaiseen kohteeseen ja työmaalle on järkevä miettiä oikea putkimateriaali ja työtapo. Useimpiin saneerauskohteisiin ainut oikea materiaali on kupari, ja uudispuolella päädytään helpommin muihin vaihtoehtoihin. Usein kohteessa putkinousuille käytettävissä oleva tila tai paikka määrittelee putkien materiaalin.

5 Liitostavat

Kupariputkea voidaan liittää kovajuottamalla, pehmäjuottamalla ja erilaisilla mekaanisilla liittimillä. Mekaanisiin liittimiin lukeutuu puserrushelmiliitin sekä tiivisterenkaallinen puristusliitin. Komposiittiputken liitos tapahtuu tiivisterenkaallisilla puristusliittimin, samalla periaatteella kuin kupariputken puristusliitos. [2, s. 71; 6.]



Kuva 5. Putkien liitososia

Kuvassa 5 näkyvät vasemmalta oikealle lueteltuna

- kupariputken juotosliitin 22 mm
- kupariputken puristusliitin 22 mm
- komposiittiputken puristusliitin 25 mm.

5.1 Juotosliitos

Kupariputken juottaminen on perinteisin tapa vesijohtojen asentamisessa. Vesijohtoja on liitetty juottamalla jo pitkään, ja tekniikka on hyväksi havaittu. Erilaisia tehdasvalmisteisia juotettavia liitososia on runsaasti. Kuvassa 6 kupariputken juotettava tehdasvalmisteinen käyrä, joita on lähestulkoon jokaisen LVI-alan tukkurin hyllyssä.



Kuva 6. Kuparista valmistettu juotettava käyrä

Juottamisella tarkoitetaan metalliosien yhdistämistä metallisella sideaineella, eli juotteella, jonka sulamispiste on alhaisempi kuin yhdistettävien metallien. Liitosalueella liitettävät osat kuumennetaan liitosmateriaalin sulamispisteeseen. Sula juote täyttää kapillaarivoiman vaikutuksesta kappaleiden välisen raon. Tätä liitostapaa kutsutaan kapillaarijuottamiseksi. Kapillaarijuottamisessa hyödynnetään kapillaarivoiman ilmiötä, jossa neste, eli tässä tapauksessa metallinen sideaine, kulkeutuu putken ja osan välille kuumetessaan. [11]

Kupariputken kovajuotos tapahtuu kuumentamalla putkea yli 450 °C:n, tavallisesti 600–750 °C:n lämpötilassa. Normaalisti kuumennus tehdään happi-asetyleenipolttimella. Poltin on varustettava kuumennuspoltinputkella ja on käytettävä vähähappista liekkiä. Jäähtyessään juote kovettuu ja muodostaa varman ja tiiviin liitoksen osan ja putken välille. Jos juotos tehdään oikein, juotteen ei pitäisi olla kosketuksissa veden kanssa. [11; 12.]

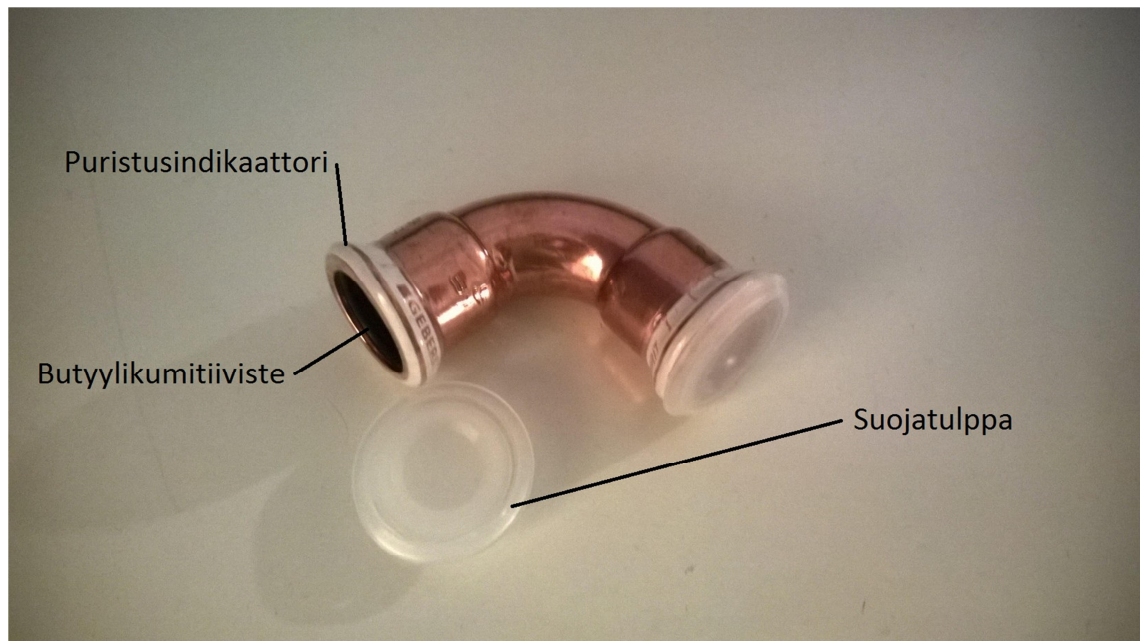
Pehmeäjuotos eroaa kovajuotoksesta kuumennus lämpötilaltaan, joka on alle 450 °C, tavallisesti 200–250 °C. Pehmeäjuottamiseen ei saa käyttää happi-asetyleenipoltinta sen korkean lämpötilan takia. Pehmeäjuotetun liitoksen kestävyys ja lujuus on huomattavasti parempi kuin kovajuotetun. Siksi väsyttävän kuormituksen tai korkeampien lämpötilojen alainen liitos pitää kovajuottaa. Pehmeäjuottoa käytetään huomattavasti harvemmin kuin kovajuotosta. [19]

Juottamisessa on monia hyviä puolia, kuten hyvä ja varma liitos. Juottamisessa nyky-aikana huonoimpana puolena pidetään yleisesti sitä, että se lukeutuu tulityöksi. Tulitöiden tekeminen saattaa olla vanhoissa rakennuksissa kokonaan kiellettyä, kun taas uudisrakennustyömaalla halutaan aina mieluiten välttää turhia tulitöitä. Nykyajan trendinä työmailla on selkeästi pyrkiä eroon turhien tulitöiden tekemisestä niin pitkälti kuin se on mahdollista.

Kupariputken etuna on myös liitosten tekeminen ilman tehdasvalmisteisia osia, niin kutsutulla haaroitustyökalulla. Työkalu muokkaa putken vastaamaan yhtä hyvää liitosta kuin tehdasvalmisteisillakin osilla saavutettaisiin, niin virtausvastus kuin lujuusominaisuuksiltaan. Tällä työtavalla pystytään säästämään huomattavasti osien hinnassa, kun lähes kaikki haaroitukset pystytään tekemään ilman tehdasvalmisteisia kuparihaaroja.

5.2 Puristusliitos kupariputkeen

Puristusliitokset ovat näkyään erittäin suosittuja vesijohtoasennuksissa, ja moni valmistaja tarjoaa omia liittimiään. Puristusliittimiä on myös muihin kuin vesijohtoasennuksiin, kuten lämmitysverkostoihin ja kaasuasennuksiin. Kaikkien valmistajien malleissa on kuitenkin sama toimintaperiaate, käyttötarkoituksesta riippumatta. Puristusliittimiä voidaan asentaa sekä pinta-asennuksena että piiloon jäävänä. Piiloon jääville putkille täytyy tehdä painekoe ennen peittämistä.



Kuva 7. Kuparinen Mapress-puristusliitin

Kuvassa 7 näkyvä puristusindikaattori on hyvä tapa todeta jälkikäteen, että liitos on varmasti puristettu ja tiivis. Monilla valmistajilla on samanlaisia tapoja varmistaa että puristus on tehty. Geberitin Mapress-osissa puristusindikaattori on muovista valmistettu palanen, joka irtoaa putken ympäriltä merkinä siitä, kun puristus on tehty. [3]

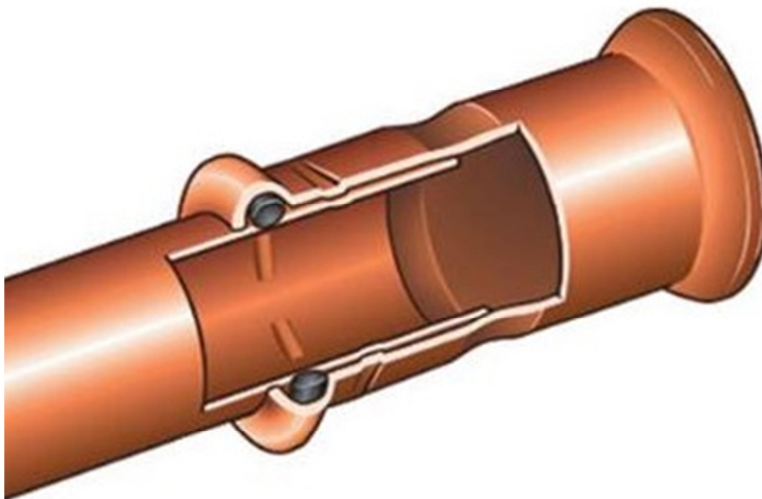
Seuraavassa Mapress-puristusliittimen asennustoimenpiteet:

- Putki katkaistaan ja purseet poistetaan huolellisesti.
- Tarkistetaan, että liittimen tiivisterenkaat ovat paikallaan.
- Asetetaan liitin paikoilleen ja merkitään liittimen asennussyvyys putkeen.
- Puristetaan liitos puristustyökalua käyttäen.
- Tarkastetaan liitos ja poistetaan puristusindikaattori.



Kuva 8. Puristustyökalu [9]

Puristusliittimet yhdistetään puristamalla erikoistyökalua käyttäen, jolloin työkalun leuat puristavat liittimen kiinni kupariputkeen (kuva 8). Jokaisen valmistajan omiin liittimiin tarvitaan aina kyseiseen järjestelmään yhteensopiva puristusleuka. Liittimen valmistaja ilmoittaa yleensä leukojen yhteensopivuuksista, ja ne täytyy aina tarkistaa asennustyötä tehdessä. Puristusliitosta käyttäessä on muistettava ottaa huomioon työkalun vaatima tila, joka saattaa kasvattaa minimietäisyyttä putkien asennusvälillä. [10]



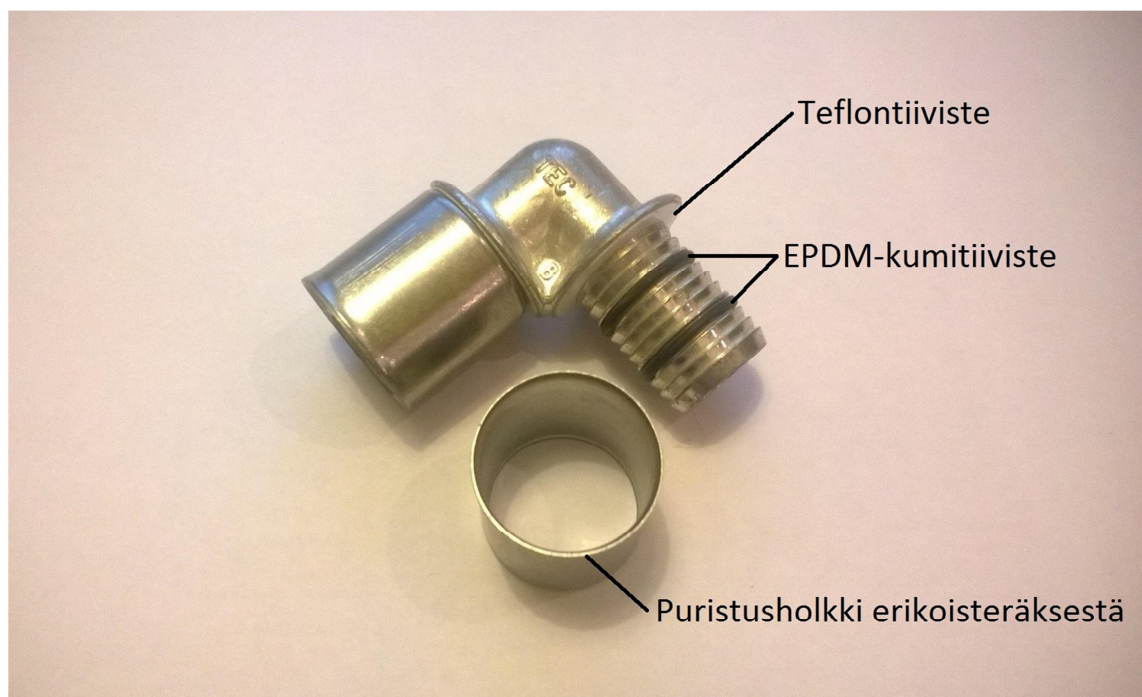
Kuva 9. Puristusliitin kupariputkeen asennettuna [10]

Kuvasta 9 nähdään puristusliitin asennettuna putkeen. Tiivisterengas on puristunut osan ja putken väliin, ja liitos on tiivis. Puristusosa on varustettu CIIR-kumista tehdyllä o-renkaalla, joka puristuu kupariputkea vasten ja tiivistää liitoksen. Liitoksen tekoon tarvitaan erityinen puristustyökalu, ja jokaisen valmistajan omaan liittimeen tarvitaan omanlainen puristusleuka.

Puristusliitoksien hyvä puoli on se, että tulitöitä ei tarvitse tehdä ollenkaan. Liitos sopii kin siksi erittäin hyvin kohteisiin, joissa ei saa tehdä tulitöitä. Käytännössä jälkivartiointiakaan ei tarvitse järjestää työmaalle silloin, mikä vapauttaa yhden henkilön kokonaan normaalista tulityövärtiöinnin velvollisuudesta. [3]

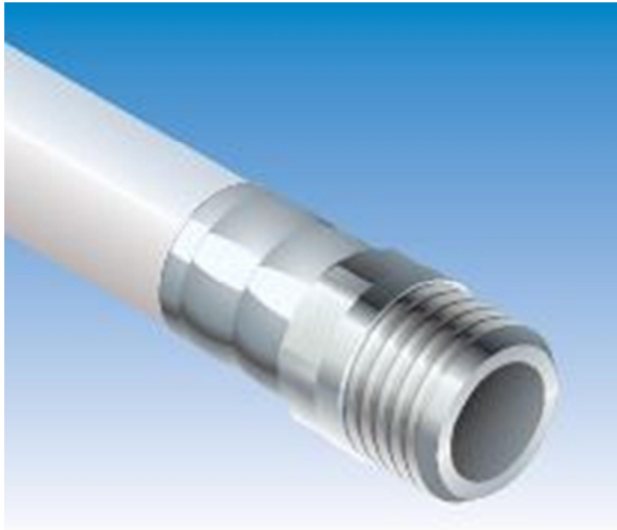
5.3 Puristusliitos komposiittiputkeen

Käytännössä komposiittiputken puristusliitos luottaa samaan tekniikkaan kuin kupariputken puristusliitos. Erona on ainakin WehoPress-liittimissä käytettävä teflontiiviste sekä yhden kumitiivisteen paikalle sijoitetut kaksi EPDM-kumitiivistettä (kuva 10). Eri valmistajilla on erilaisia osia, mutta perusidea on puristuksen osalta sama.



Kuva 10. Komposiittiputken puristusliitin WehoPress

Puristuksessa komposiittiputken päälle asetetaan puristusholkki, joka puristaa komposiittiputken tiivisterenkaita vasten puristustyökalulla. Sähkökorroosiota estetään teflon-tiivisteellä, joka puristuu holkin ja putken päätä vasten. Kuten kupariputken puristusliitoksessa, myöskään komposiittiputken työstämisessä ei tarvitse tehdä tulitöitä.



Kuva 11. Komposiittiputken valmis puristusliitos [5]

Seuraavassa Wehopress-puristusliittimen asennustoimenpiteet:

- Katkaistaan putki käyttäen putkileikkuria ja poistetaan jäysteet.
- Kalibroidaan putkenpää valmistajakohtaisella työkalulla.
- Asetetaan puristusholkki putken päälle siten, että hylsyn uloke on tiiviisti putken päässä.
- Työnnetään liittimen runko putken sisään ja varmistetaan että teflonrenkas on tiiviisti putken ja liittimen välissä.
- Varmistetaan, että tiivisteet pysyvät paikalla ja tarvittaessa käytetään sili-konispraytä apuna.
- Puristusleuka asetetaan puristusholkin päälle ja varmistetaan, että puristusleuka peittää yhtä paljon niin vasemmalta kuin oikealta puolelta.
- Viimeiseksi tarkistetaan puristuskohta ja katsotaan, että holkissa näkyy kolme samanlaista keskeistä puristusrengasta (kuva 11).

6 Liitosten vertailu keskenään

Liitosten vertailussa puristusliitos koskee niin komposiittia kuin kuparia, koska asennustapa on lähestulkoon sama. Jos liitostapojen vertailussa ei oteta huomioon kuin asennuksesta riippuvat tekijät, on eroja varsin vähän. Puristusliitoksessa asennusten tekeminen on tehty mahdollisimman helpoksi puristustyökalun ja helppokäyttöisten osien kanssa. Juottamisessa taas osia ei tarvitse käyttää niin paljon, ja asennustyötä pystytään tekemään haaroitustyökalun ja muhvausten avulla, jolloin asennustyö helpottuu. Puristusliitoksen tekeminen ajallisesti on nopeampaa kuin juottaminen, jos verrataan pelkästään asennustyötä.



Kuva 12. Kaasupullokärkyt ja vieressä akkukäyttöinen puristustyökalu [9]

Kokenut asentaja, joka on tottunut tekemään juottaen vesijohtoja, on tietenkin nopea asentamaan myös juottamalla. Huomioon täytyy ottaa se, että kaasupullojen sekä sammutuskaluston vieminen eri paikkoihin on aina aikaa vievä operaatio. Ja koska juottaminen on tulityö, tarvitaan aina sammutuskalusto tulityöpaikan läheisyyteen. Puristusliitoksen tekemiseen ei tarvita kuin akkutoiminen puristustyökalu, jonka siirtely on vaivatonta ja nopeaa. Kuvassa 12 nähdään vertailu kaasupullokärkyistä ja akkukäyttöisestä puristustyökalusta. Kaasupullokärkyjen lisäksi tarvittaisiin jo edellä mainittu erillinen sammutuskalusto, jota ei kuvasta näe. Vertailussa varsinkin akkukäyttöinen pienikokoinen puristuskone on erittäin nopea tapa asentaa vesijohtoja.

7 Hintavertailu

Taulukosta 2 selviävät eri liitososien väliset hintaerot. Taulukkoon valittiin komposiitista lähin kuparia vastaava koko, eli yhtä kokoa suurempi. Hintoina on käytetty tukkurin kaikille esillä olevia lähtöhintoja. Taulukossa sarakkeessa 1 ovat kuparijuotososat, sarakkeessa 2 kuparipuristusosat ja sarakkeessa 3 komposiittipuristusosat.

Taulukko 2. Liitososien hintavertailu tukkurin lähtöhintojen perusteella

Sarake	1	2	3
Osa	Cu-juotos	Cu-puristus	Komposiitti
15–90 käyrä	2,14 €	4,73 €	-
16–90 kulma	-	-	13,60 €
22–90 käyrä	5,14 €	8,05 €	-
25–90 kulma	-	-	20,60 €
15 t-haara	2,77 €	11,40 €	-
16 t-haara	-	-	16,20 €
22–18 supistus	3,59 €	5,70 €	-
25–20 supistus	-	-	12,90 €
Yhteensä:	13,64 €	29,88 €	63,30 €

Juotettavat kupariset osat ovat selvästi halvempia kuin kuparipuristusosat. Sama ero ilmenee kun verrataan komposiitti- ja kuparipuristusosien hintaa. Komposiittipuristusosat ovat selvästi kalleimpia. Jos kaikki vertailuun otetut osat lasketaan yhteen, pystytään hahmottamaan selvä ero liitostapojen hintojen vaikutuksesta. Yhteenlasketuissa hinnoissa on selkeästi isot erot. Vertaillen juotettavia osia komposiittipuristusosien yhteenlaskettuun summaan, ero on melkein viisinkertainen. Kuparisten puristus- ja juotososien välillekin jää hintaeroa noin 50 % juotososien hyväksi.

Jos pelkkiä osien hintoja katsottaisiin valittaessa halvin liitostapaa, olisi selkeä valinta kupariputki juottamalla. Puristusosien hintaan, niin komposiitin kuin kuparin, vaikuttaa tietysti se, että liitostapana puristaminen on vielä paljon uudempi tekniikka, ja tulevaisuudessa hinta varmastikin tippuu nykyisestä kalliista hintatasosta vielä alemmas.

Taulukko 3. Hintavertailu putkimateriaalien välillä

Tuote	Koko	Yksikkö	€/m	Hintaero
Komposiittiputki WehoPress	20mm	m	5,46	- 52,9 %
Kupariputki Cupori 110	18mm	m	11,6	+112,5 %

Vertaillessa komposiittiputken ja kupariputken hintaa on komposiittiputki selkeästi edullisempi vaihtoehto (taulukko 3). Kupariputki on metrihinnaltaan yli puolet kalliimpaa kuin komposiittiputki. Jos kohteessa on paljon putkimetrejä, on komposiitti pelkästään putkimateriaaliltaan verrattuna kustannuksiltaan halvempi ratkaisu.

8 Materiaalien hinnoittelu

LVI-työehtosopimuksessa määritellään jokaiselle putkimateriaalille oma normituntihinta (NH). Myös liitostapa vaikuttaa määriteltyyn normituntihintaan. Kuvasta 13 selviää kupariputkien ja komposiittiputkien normituntihinnoittelu. Taulukosta selviää asennukseen vaadittava tuntimäärä. Kun tiedetään asennuksessa käytettävät putkimetrit ja kerrotaan ne normituntikertoimella, saadaan tulokseksi asennukseen tarvittut normityötunnit.

Mom. 2. KUPARIPUTKET JA KOMPOSIITTIPUTKET

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki kupariputket lukuun ottamatta putkia, jotka on normiajoitettu muissa 2 §:n momenteissa.

Sarake	1 Kupariputket	2 Kupariputket puristamalla	3 Komposiittiputket
Ulkohalkaisija	Sisälle	Sisälle	Sisälle
Du	NH/m	NH/m	NH/m
- 22	0,38	0,30	0,30
- 35	0,43	0,34	0,35
- 54	0,50	0,40	0,40
- 64	0,55	0,44	0,44
- 76,1	0,60	0,48	0,48
- 88,9	0,65	0,52	0,52
- 114,3	0,70	0,56	0,56
- 139,7	0,80	0,64	0,64
- 168,3	0,90	0,72	0,72

Du -22 asennus sisälle pinta-asennus 0,40 NH / m. Kattila, lämmönjako-, pumppu- ja ilmastointikonehuoneissa edellä mainittuja normiaikoja korotetaan 30 %:la.

Kuva 13. LVI-työehtosopimuksen putkien normityötuntihinnoittelu taulukko [1, s. 103]

Normityötuntien määrittämisestä on esimerkki taulukossa 4. Taulukossa on laskettu normityötunnit jokaisella liitostavalla, ja asennettava putkimetrimäärä on 10. Komposiittiputkesta on taulukkoon valittu kuparia lähinnä oleva koko.

Taulukko 4. Normituntihinnoittelun esimerkki

Asennettava määrä	Cu 28	Cu puristamalla 28	Komposiittiputki 32
10 metriä	4,3 NH	3,4 NH	3,5 NH

Jo pienen putkimetrimäärän laskennassa pystytään huomaamaan, että puristusliitokset niin kupariputkeen kuin komposiittiputkeen ovat huomattavasti halvempia työn suhteessa. Jo kymmenen metrin määrässä sekä komposiitti- että kuparipuristusliitokset ovat melkein yhden normitunnin ”halvempia” kuin juotosliitos.

9 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskennan tarkoituksena on yrittää saada urakoitsijalle tieto siitä, kuinka paljon materiaaleja, työtunteja ja muita kuluja urakka vaatii valmistuakseen. Tarjouslaskennan ensimmäinen vaihe on, kun työn tilaaja lähettää urakoitsijalle tarjouspyynnön sekä tarjouspyyntöasiakirjat. Tarjouspyyntöasiakirjojen perusteella aletaan laatia kohteesta tarjousta. Tarjouspyyntöasiakirjoihin kuuluu yleensä tarjouspyyntökirje, tarjouslomake, työselitys, urakkaohjelma, urakkarajaliite, työturvallisuusliite, yksikköhintaluettelo sekä tekniset asiakirjat. Teknisiin asiakirjoihin kuuluvat yleensä piirustukset sekä laite- ja kalusteluettelot.

9.1 Tarjouslaskennan perusteet

Kun tarjouspyyntöasiakirjat ovat saapuneet, on hyvä tarkastaa ensimmäisenä, että kaikki tarjouspyyntökirjeessä mainitut asiakirjat ovat saapuneet. Jos kaikki asiakirjat ovat saapuneet, on tämän jälkeen hyvä tutkia piirustuksia sekä asiakirjoja ja hahmottaa urakan laajuutta sekä, mitä tarjouspyynnössä kysytään laskettavaksi. Toisin sanoen pitää tutkia kohteen perustiedot ja miettiä, minkälaiset valmiudet on suoritettava kysyttyä työtä ja onko tarjousta järkevää jättää. Jos tarjousta ei aiota jättää, on yleisesti hyvä tapa kirjallisesti ilmoittaa asiasta tarjouspyynnön lähettäjälle sekä palauttaa kaikki asiakirjat.

Varsinkin kun kohteena on saneerauskohde, on aina viisasta käydä paikalla tutustumassa kohteeseen. Saneerauskohteessa voi tulla yllätyksinä moni asia, jota ei piirustusten perusteella pysty näkemään. Varsinkin vanhemmissa rakennuksissa, joissa ei ole tilaa moderneille taloteknisille järjestelmille, on syytä varautua jo laskennassa näihin yksityiskohtiin ja miettiä jo silloin ratkaisuja mahdollisiin ongelmakohtiin.

Kun perusteet on selvitetty laskettavasta kohteesta, on syytä aloittaa tarjouslaskennan aikaa vievin vaihe, eli kohteen massoitus. Tässä vaiheessa on myös hyvä selvittää mahdolliset isommat laitehankinnat tai aliurakoitsijoiden tarve, ja pyytää tarjous niitä varten. Hankintoja varten on syytä pyytää tarjous mahdollisimman monelta eri taholta, jotta saadaan useampia hintoja hankinnoille, joista valitaan kannattavin.

Massoittelussa kohteesta kerätään kaikki osat ja materiaalit, jotka urakkaan tarvitaan. Kun massat on kerätty piirustuksista, aletaan määrittää materiaaleille hintaa sekä aikaa, joka niiden asentamiseen kuluu. Tämän voi joko tehdä käsin tai tietokoneohjelman avulla. Asennuksen tuntimäärät selviävät LVI-työehtosopimuksen avulla.

Tarjouslaskennan viimeinen vaihe on kohteen lopullinen hinnoittelu kaiken kerätyn tiedon perusteella. Kaikki hinnat joita laskennan perusteella on saatu, lasketaan yhteen ja muodostetaan lopullinen hinta urakalle.

9.2 Laskentaohjelma

Tarjouslaskentaa varten on olemassa monia erilaisia ohjelmia, yleensä joko kaupallisia tai yrityksen itse luomia tarjouslaskentaohjelmistoja. Tämän työn laskennassa käytin Softone-yrityksen luomaa Sauma-ohjelmistoa, ja siihen sisältyvää Saumalaskentaohjelmaa. Ohjelman käytöllä saadaan huomattavasti nopeutettua tarjouslaskentaa ja virheiden määrää vähennettyä.

Sauman laskentaohjelmisto perustuu LVI-työehtosopimuksen mukaiseen normityötuntihinnoitteluun sekä yrityksen käytössä olevien tukkureiden hinnastoihin. Saumasta löytyvät tarjouksen tekoa varten muun muassa tarvikkeiden, työn ja erilaisten luotujen pakettien lisäystä varten omat valikot. Massat ja työtunnit lisätään eri listoille, joihin saadaan lopuksi myös laskettua vaadittavat lisäprosentit, joihin kuuluu esimerkiksi erilaisia käyttökatteita, matkakustannukset sekä työnjohdon ja asentajien eri sosiaali- ja matkakuluja.

Kaikkien tarpeellisten lisien, työtuntien ja tarvikkeiden lisäysten jälkeen ohjelma luo kaikkien annettujen tietojen perusteella hinnan. Ohjelma antaa erilaisia näkymiä tarjouksen loppuhinnalle, josta pystyy helposti erottamaan lisien, tarvikkeiden sekä työn määrät. Työn lopussa on liitteenä 1 esimerkkinä ohjelmalla luotu tarjous.

10 Kohteen tiedot

Työn tilaaja halusi valita kohteeksi Helsingissä Tunturikatu 12:ssa sijaitsevan As Oy Tunturikatu 12:n, jossa uusittiin kokonaisuudessa kaikki vesi- ja viemäriverkoston osat. Kohde on suunniteltu toteutettavaksi vesijohtoverkoston osalta puristusliitoksin. Kohde oli todettu erittäin syttymisherkäksi, joten kaikkien tulitöiden tekeminen oli työmaalla kiellettyä. Kohde toteutettiin Geberitin Mapress-puristusosilla kokonaisuudessaan vesijohtoverkoston osalta.

Kohteessa vesijohtonousu kerrosten välillä on toteutettu porraskäytävään, josta jakojohdot tuodaan alakatoissa kylpyhuoneisiin ja keittiöihin. Kaikki vesijohdot on suunniteltu siten, että niihin on helppo päästä käsiksi ja kaikki rakenteet ovat helposti avattavia ja huollettavia. Vesijohtoihin on alakatoissa helppo päästä käsiksi huoltoa ja korjausta ajatellen jatkossakin.

Porraskäytäviä oli vain yksi, joten vesijohtojen osalta oli vain suunniteltu yksi vesijohtonousu, josta vedet jaetaan jokaiseen asuntoon alakatoissa. Viemärinousut kohteessa toteutettiin pääosin vanhoille paikoille valurautaviemäriputkella ja asuntojen kylpyhuoneitten viemärit asennettiin alakattoihin valurautaviemäriputkilla.

Seuraavassa ovat kohteen perustiedot:

- rakennusvuosi 1926
- kerroksia 6+kellari ja ullakko
- asuntoja 37
- liikehuoneistoja 1
- porrashuoneita 1.

Kyseessä on siis perustietojen pohjalta varsin tyypillinen saneerauskohde Helsingin keskustan alueella.

11 Kustannusvertailun toteutus

Työn tekeminen aloitettiin massoittamalla kohde kokonaan vesijohtojen osalta. Massoittamisessa huomioitiin kaikki vesijohdot kellarista kuudenteen kerrokseen asti, paitsi näkyvissä olevat kylpyhuoneiden pintavesijohdot. Rajaukseen päädyttiin, koska oletettiin, että kylpyhuoneiden vesijohtojen vaikutus vertailussa olisi turha, koska vesijohdot toteutettaisiin täysin samalla tavalla juottamalla ja puristamalla joka tapauksessa. Vaikka vesijohdot tehtäisiin juottamalla, pinta-asennuksessa käytettäisiin kuitenkin kromisia puristusosia. Komposiitin osalta kylpyhuoneiden vesijohdot tehtäisiin puristamalla kromikupariputkella. Myös venttiilit otettiin huomioon laskennassa, koska esimerkiksi juotosliitoksessa voidaan käyttää puserrusliittimillä varustettuja venttiileitä, kun taas puristusliitoksissa tarvitaan venttiileille kalliit yhdistäjät ja kierreliittimet.

Massat syötettiin tämän jälkeen tarjouslaskentaohjelmaan, josta saatiin selville työhön tarvittavat tunnit sekä osien hinnat. Seuraavissa luvuissa käydään läpi tarkemmin, mitä laskennan avulla saatiin selville eri materiaalien välillä. Tarkemmat laskentaan käytetyt massat löytyvät työn liitteistä 2-4.

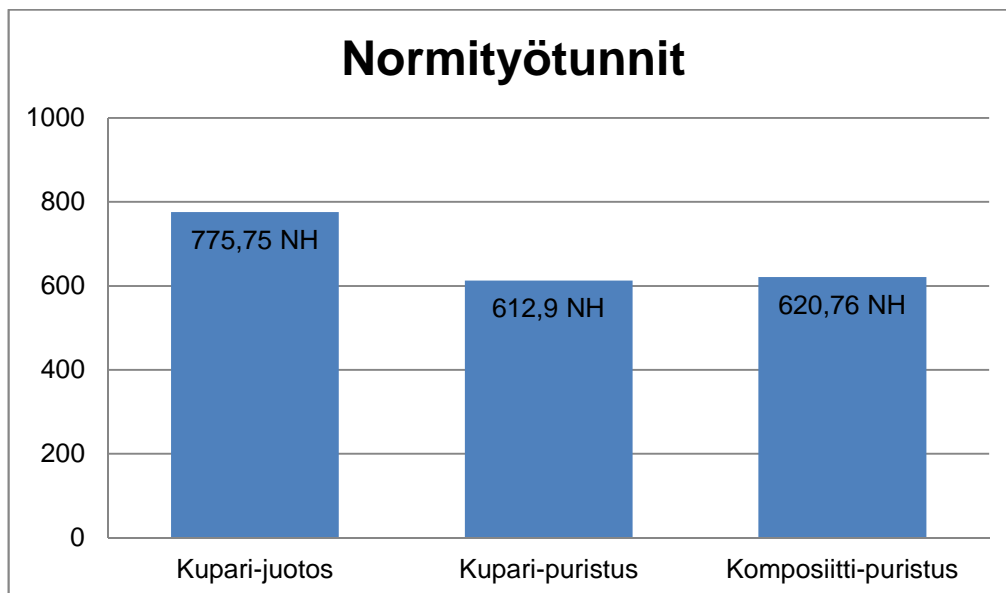
Laskentaohjelmassa on käytössä vakiona kaikille putkille osaprosentti. Osaprosentilla pyritään kattamaan sellaiset kustannukset, joita ei pystytä laskennan kautta välttämättä huomioimaan. Osaprosentti lisätään suoraan putken hintaan. Vaikka kohde yritettiinkin laskea mahdollisimman tarkkaan ja huomioida jokainen osa, on silti osaprosentti pidetty mukana, jotta pystyttäisiin saamaan normaalia laskentatapaa vastaava tulos. Juotos-

liitoksen osalta kaikki osat on laskettu osaprocentin kautta, paitsi isoimpien kokojen käyrät ja haarat. Tämä laskentatapa on osoittautunut työn tilaajalle toimivaksi, joten sillä laskettiin myös tämän työn massat. Komposiitti- ja kuparipuristusosat on laskettu kuitenkin tarkemmin ja huomioitu osaprocentin päälle kaikki tarvittavat osat.

Kaikki laskennassa käytetyt hinnat ovat tilaajan käytössä olevien tukkureiden hinnoista saatuja, joten niitä ei työssä tulla lainkaan esittämään. Muitakaan laskennasta saatuja lopullisia hintoja ei tulla esittämään tässä työssä tilaajan toiveesta. Kustannuksista tullaan esittämään vain prosentuaalisia vertailuja. Kohteesta lasketut massat löytyvät listoina työn lopussa olevista liitteistä.

12 Kustannusvertailu

Halvimmaksi vertailussa osoittautui kupariputken puristusliitos. Toiseksi halvin oli juotosliitos, ja kallein oli komposiittiputken puristusliitos. Kuvan 14 kaaviosta katsomalla selviävät normituntien summat lasketuille putkimetreille eri liitostavoilla. Jo normituntien perusteella pystyy tekemään selkeän päätelmän siitä että juottamalla työtuntien määrä on selkeästi muita isompi. Juotosliitos on yli 150 normituntia kalliimpi jo pienessä kohteessa, ja se kertaantuu isommissa kohteissa vain enemmän kun putkimetrejä on paljon.



Kuva 14. Materiaalien normityötunnit kaaviona

Normitunteja tarkastellessa on kuitenkin hyvä ottaa huomioon varsinkin saneeraustyömaalla se seikka, että asennustyöstä putkimetrien määrästä laskettava normituntidenssumma ei välttämättä vastaa lähellekään todellisuudessa olevia asennustunteja. Puristusliitokset sekä komposiitin että kuparin osalta vastaavat hyvin esimerkiksi uudistyömaalla vaadittavaa asennustuntimäärää. Uudiskohteessa asentaminen on paljon nopeampaa, koska asennusreitit ovat lähes aina vapaita ja helppopääsyisiä paikkoja sekä vaihtoehtoisten asennusreittien pohtiminen on helpompaa vasta rakennusvaiheessa olevassa kohteessa. Saneeraustyömaalla usein asentajan työajasta saattaa mennä pelkkien reittien ja asennusten hankalaan toteuttamiseen pitkiäkin aikoja. Tietysti tätä tasoittamassa ovat työehtosopimuksessa omat lisäprosentit saneeraustyömaata varten, joita käytetään laskettaessa saneerauskohdetta.

Vertaillessa saneeraustyömaalla liitostapoja on kupari juottamalla lähimpänä oikeasti vaadittavia työtunteja. Saneeraustyömaalla asennus ei ikinä ole yhtä selvää kuin suunniteltujen kuvien perusteella olisi, ja juotosliitoksessa työtuntien määrä on lähimpänä käytännössä todettua. Myös tilaajan kokemusten mukaan juotosliitoksen työtunnit vastaavat parhaiten saneeraustyömaalla tehtävää työtä, ja puristusliitoksien työtunnit eivät todellisuudessa riitä yksinään saneeraustyön tekemiseen.

Normitunnit eivät kuitenkaan ole kuin osa hinnasta, ja huomioon tulee ottaa myös tarvikkeiden hinnat. Puristusliitoksilla, niin kuparissa kuin komposiitissa, on suurin osa kustannuksista osissa. Jo aiemmin hintavertailusta selvinnyt iso ero osien hinnoissa tulee varsinkin lopullisissa kustannuksissa selkeästi esille. Komposiittipuristusosien kalliin hinnan ansiosta se nousee selkeästi kalleimmaksi hinnaksi. Komposiittipuristusliitokseen verrattuna puolet halvempien osien takia kupariputkenpuristusliitos on vertailussa halvin liitostapa. Vaikka juottamisessa osia säästyy enemmän ja haaroituksia voi tehdä työkalulla, tämä tulee silti kalliiksi työtuntien takia.

12.1 Juotosliitos

Normitunneiltaan juotosliitos on siis kallein asentaa. Osien halvat hinnat ja hyvä työstettävyyys esimerkiksi haaroitustyökalun ja muhvaüksien avulla vähentävät kuitenkin osaltaan kokonaiskustannuksia. Todennäköisesti juotosliitos olisi hyvin lähellä halvinta liitostapaa tai jopa halvin, jos työssä käytetyssä kohteessa olisi ollut iso kellari ja paljon runkovesijohtoja. Pitkät ja paljon osia vaativat runkovesijohdot ovat yleensä juottamalla

asennettuina kustannuksiltaan halvimmat. Juottamalla osien tarve jää pieneksi ja ta-soittaa tällä tavalla normituntien aiheuttamaa hintaeroa muihin liitostapoihin. Juotoslii-toksessa on kuitenkin eniten työtunteja, joten kaikki lisät kertautuvat myös laskentaoh-jelmassa enemmän ja tämä lisää heti myös tuntuvasti kustannuksia.

Taulukko 5. Kupariputken juotosliitoksen kustannusten vertailu prosentein

Juotosliitos	
Juotos -> Cu-puristusliitos	-5,4 %
Juotos -> Komposiitti	+3,4 %

Taulukosta 5 nähdään, että juotosliitos jää toiseksi kalleimmaksi liitostavaksi heti kom-posiitin jälkeen. Komposiittipuristusliitos on 3.4 % kalliimpi kuin juotosliitos. Kupariput-ken puristusliitos on 5.4 % halvempi kuin juotosliitos. Juotosliitos putoaa kummankin puristusliitoksen välille kustannusvertailussa, ja on käytännössä halpojen osien ja kal-liin työn yhdistelmä.

12.2 Kupariputken puristusliitos

Puristusliitos osoittautui vertailussa kustannuksiltaan halvimaksi. Tähän auttaa se tosiasia, että asennuksen normituntihinta on halvin ja osat ovat keskivertoa hinnaltaan vertailussa olleista materiaaleista. Myös laskentaohjelmassa olevat lisät vaikuttavat puristusliitoksen hintaan. Koska asennustunteja on vähän, eivät ohjelmaan lisättävät kertoimet erilaisille lisille kertaudu yhtä paljon kuin esimerkiksi juotosliitoksessa, jossa suurin rasite on normituntien iso määrä. Todennäköistä on, että vielä edelleen puristus-liitosten lisääntyessä osien hinnat tulevat laskemaan. Tulevaisuudessa on siis mahdol-lista, että puristusliitoksen kannattavuus lisääntyy edelleen, jos osien hinnat tippuvat alaspäin.

Taulukko 6. Kupariputken puristusliitoksen kustannusten vertailu prosentein

Cu-puristusliitos	
Cu-puristus -> Juotosliitos	+5,7 %
Cu-puristus -> Komposiitti	+9,3 %

Taulukosta 6 nähdään, että juotosliitos kupariputkeen oli 5.7 % kalliimpi kuin kupariputken puristusliitos. Komposiittipuristusliitos on 9,3 % kustannuksiltaan kalliimpi kuin puristusliitos kupariputkeen. Kupariputken puristusliitos on siis useamman prosentin halvempi kuin muut tässä vertailussa olleet materiaalit, ja voidaan sanoa sen olevan ainakin pelkästään laskennallisin perustein halvin vesijohtojen asennustapa.

12.3 Komposiittiputken puristusliitos

Kalleimmaksi osoittautui komposiittiputken puristusliitos, mihin vaikuttivat erityisesti kalliit osien hinnat. Vaikka komposiittiputki ja kupariputki puristamalla olivat työn hinnan puolesta samalla tasolla, ovat kalliit osat syy komposiitin kalleimpaan hintaan vertailussa. Komposiittipuristusosat ovat erittäin kalliita verrattuna muihin vertailussa mukana olleisiin osiin. Vaikka komposiittiputken puristusosat ovat kalliita, itse putki on halpaa. Mahdollista siis olisi, että jos laskettavassa kohteessa on erittäin paljon putkimetrejä, saattaa komposiitti olla varteenotettava vaihtoehto. Tässä kohteessa putken halpa hinta ei riitä kuromaan hintaeroa tarpeeksi, jolloin auttamatta komposiitti jää vielä kalleimmaksi asennustavaksi vesijohdoille. Yhtä lailla kuin kuparipuristusliitoksessa on odotettavissa osien hinnoissa varmasti pientä tiputusta, kunhan komposiitti ja sen asennus lisäävät suosiotaan.

Taulukko 7. Komposiittiputken puristusliitoksen kustannusten vertailu prosentein

Komposiittipuristusliitos	
Komposiitti -> Juotosliitos	-3,3 %
Komposiitti -> Cu-puristusliitos	-8,5 %

Kuten taulukosta 7 nähdään, juotosliitos osoittautui 3,3 % halvemmaksi, ja kupariputkenpuristusliitos oli 8,5 % halvempi asentaa. Komposiittipuristusliitos jää siis kalleimmaksi materiaaliksi vertailussa. Kupariputken puristusliitokselle komposiittipuristusliitos häviää hinnassa jo lähemmäs 10 %, ja se voi ison kohteen laskennassa olla jo hyvin merkittävä summa. Jos kohde voitaisiin komposiitin sijasta asentaa kupariputken puristusliitoksella, voisivat kustannusten säästöt olla jo merkittäviä.

12.4 Muunnoskertoimet materiaaleille

Lopputuloksena työlle syntyi kaikkien materiaalien hinnoista saadut niin sanotut muunnoskertoimet. Muunnoskertoimien avulla pystytään suuntaa antavasti muuttamaan vesijohtojen eri materiaalien aiheuttamat kustannukset. Taulukosta 8 nähdään eri muunnoskertoimet jokaiselle vesijohtomateriaalille. Muunnoskertoimilla pystytään jo tarjousvaihelaskenta vaiheessa tutkimaan eri vesijohtomateriaalien kustannusvaikutuksia. Muunnoskertoimilla tehdyt muunnokset ovat tietysti vain suuntaa antavia.

Taulukko 8. Muunnoskertoimet eri materiaaleille

Muunnettavat materiaalit	Muunnoskertoimet
Juotos -> Cu-puristus	0,9461
Juotos -> Komposiitti	1,0344
Cu-puristus -> Juotos	1,0570
Cu-puristus -> Komposiitti	1,0934
Komposiitti -> Juotos	0,9667
Komposiitti -> Cu-puristus	0,9146

Muunnoskertoimia voidaan käyttää, jos halutaan vaihtaa tarjouslaskentavaiheessa suunnittelussa valitun materiaalin tilalle joku muu materiaali. Esimerkiksi kohde voi olla komposiitilla asennettavaksi suunniteltu ja halutaan selvittää mahdollinen hintaero kupariputken puristusliitoksella asennettuna. Komposiitilla laskettu hinta voidaan muunnoskertoimen avulla muuntaa nopeasti kupariputkella puristamalla tehtäväksi ja saada heti hahmotelma materiaalin muunnoksen aiheuttamasta kustannuksesta.

13 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli vertailla eri vesijohtomateriaaleja sekä niiden kustannuksia laskennassa. Aluksi selvitettiin materiaalien ja liitostapojen perustietoja. Materiaalien ja liitoksien välillä tehtiin vertailua kerättyjen tietojen perusteella. Lopputuloksena vertailussa kuparin ja komposiitin välillä oli hankala valita erityisesti parempaa tai toimivampaa materiaalia. Kummallakin on omat hyvät ja huonot puolensa, ja kummatkin sopivat tietynlaiseen kohteeseen. Kupariputkea on käytetty vesijohtoasennuksissa erittäin kauan, ja puristusliitokset ovat paljon uudempia ja vähemmän testattuja asennustapoja. Odotettavissa on jatkossakin, että puristusliitokset lisäävät suosiotaan jo entisestään. Todennäköistä on myös, että puristusliitososien hintataso tulee tätä myötä tippumaan. Sekä komposiitti että kupari ovat hyviä vaihtoehtoja, ja loppupeleissä lähinnä kyseen tuleva käyttökohde määrittelee vesijohtojen materiaalin.

Liitostapojen välille syntyi hiukan eroja, niin työhinnittelussa kuin liitostapojen asennustekniikassa. Puristusliitokset ovat hyvä vaihtoehto, kun tulitöiden tekeminen on kiellettyä. Puristusliitokset sopivat hyvin kohteeseen, jossa on selkeät reitit putkille ja hyvin tilaa tehdä asennustyötä. Juotosliitoksen eduksi katsotaan taas hyvä työstettävyyys sekä osien pieni tarve verrattuna puristusliitoksiin. Myös juotosliitoksen osat ovat verrattain paljon halvempia. Putken hinnassa komposiitti osoittautui halvaksi materiaaliksi, mutta osien hinta on isoin este.

Kupariputken puristusliitos on yhdistelmä halpoja normityötunteja sekä keskihintaisia osia. Juotosliitoksessa osat ovat halpoja ja työ kallista. Komposiitissa yhdistelmänä ovat kalliit tarvikkeet, mutta halvat putket sekä normityötunnit. Nämä yhdistelmät olivat pääkohtina materiaalien vertailussa, ja lopputuloksena kupariputkenpuristusliitos oli kustannuksiltaan halvin, juotosliitos toiseksi halvin ja komposiittipuristusliitos kallein.

Kustannusvertailussa hintojen erot jäivät yllättävän pieniksi, ja lopulta kalleimman ja halvimman liitostavan ero jäi pienemmäksi kuin alkuun oli odotettu. Todennäköisesti työssä käytetty kohde oli syynä tähän pieneen hintaeroon. Kohteessa oli pieni kellari, eli runkovesijohdot ovat todella lyhyet ja vesijohtonousuja on vain yksi. Luultavimmin hintoihin saisi hyvän vertailukohdan ja enemmän tarkkuutta, kun mukaan otettaisiin useampi laskettava kohde. Jatkossa työtä voisi jatkaa tekemällä vastaavia kustannuslaskelmia useammasta työmaasta ja kehittää muunnoskertoimia lisäämällä keskiarvon

eri hintojen perusteella. Muunnoskertoimet ovat tällä hetkellä lähinnä suuntaa antavia, ja niitä pystytään kehittämään tarkemmiksi jatkossa.

Työtä tullaan käyttämään tilaajan toimesta tarjouslaskennan apuna, ja tähän tarkoitukseen työn tulos oli onnistunut. Tämän työn tuloksia tullaan käyttämään jatkossa, kun mietitään uusien laskettavien kohteiden kanssa, mikä putkimateriaali olisi kannattavin tapa tarjota vesijohtojen putkiasennukset. Muunnoskertoimien avulla vesijohtojen kustannukset voidaan heti todeta materiaaleittain. Näin ollen kohdetta ei tarvitse massoitella jokaiselle vesijohtomateriaalille erikseen.

Lähteet

- 1 Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2014–2016. 2014. LVI-tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry.
- 2 Kekki, Tomi K., Keinänen-Toivola Minna M., Kaunisto Tuija, Luntamo, Marja. 2007. Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa. Vesi-instituutin julkaisuja 1.
- 3 RT-tuotekortti 38247. Geberit puristusliitosjärjestelmät. Rakennustieto Oy.
- 4 Putki-Rex yrityksen tiedot. 2014. Verkkodokumentti. Putki-Rex Oy.
<http://www.putkirex.fi/yritys.html>. Luettu 25.9.2014.
- 5 Wehopress yleisesite. 2012. http://www.alltube.fi/pdf/WehoPress_Yleisesite.pdf.
Luettu 26.9.2014.
- 6 Wehopress käsikirja. 2009. http://www.alltube.fi/pdf/WehoPress_Kasikirja.pdf.
Luettu 26.9.2014.
- 7 Uponor komposiittikäsikirja. 2010. Verkkodokumentti.
http://www.uponor.fi/~media/countryspecific/finland/download-centre/mlcp/installation-manuals/9001_komposiitti_kasik_010610.pdf?version=3.
Luettu 26.9.2014.
- 8 Käyttövesi. 2014. Verkkodokumentti. Scandinavian Copper Development Association. <http://www.kupari.com/index.asp?page=58> Luettu 1.10.2014.
- 9 Geberit Mapress kupari. 2014. Verkkodokumentti. Geberit Suomi.
http://www.geberit.fi/fi_fi/target_groups/installer/products_installer/supply_systems/potable_water/mapress_copper/mapress_copper.html. Luettu 1.10.2014.
- 10 Puristusliitos – tiivisterenkaallinen. 2007. Verkkodokumentti. Scandinavian Copper Development Association. http://www.kupari.com/files/Pressfitt_FI.pdf. Luettu 1.10.2014.
- 11 Kupariputkien liittäminen. 2014. Verkkodokumentti. Cupori Oy.
<http://www.cupori.com/kupariputkien-asennus/asennus-asennusopas/kupariputkien-liittaminen>. Luettu 1.10.2014.

- 12 Kupariputkien kuumennus. 2014. Verkkodokumentti. Cupori Oy.
<http://www.cupori.com/kupariputkien-asennus/asennus-asennusopas/kupariputken-kuumennus>. Luettu 1.10.2014.
- 13 Kupariputken asennustekniikka. 2007. Scandinavian Copper Development Association. http://www.kupari.com/files/installation_fin%281%29.pdf. Luettu 2.10.2014.
- 14 Putkisaneeraus: putket kuparista vai komposiitista. 2013. Verkkodokumentti. Suomela.fi. <http://www.suomela.fi/rakentaminen/Vesi-vesijarjestelmat-1/Putkisaneeraus-putket-kuparista-vai-komposiitista--50221>. Luettu 4.10.2014.
- 15 Tietoja lyhyesti kuparista. 2007. Scandinavian Copper Development Association. <http://www.kupari.com/index.asp?page=58>. Luettu 5.10.2014.
- 16 Kupariputket, ammattilaisen valinta LVI-asennuksiin. 2002. Scandinavian Copper Development Association. http://www.kupari.com/files/konsult_fin%281%29.pdf. Luettu 5.10.2014.
- 17 Itula komposiittiputkijärjestelmä. 2014. Verkkodokumentti. Itula Oy. <http://itula.kummeli.fi/?n=4863>. Luettu 5.10.2014.
- 18 RT-tuotekortti 38198. Uponor-komposiittijärjestelmä. Rakennustieto Oy.
- 19 Kupariputken pehmeäjuotto. 2014. Verkkodokumentti. Cupori Oy. <http://www.cupori.com/kupariputkien-asennus/asennus-asennusopas/kupariputkien-liittaminen/pehmea-juotto>. Luettu 6.10.2014.
- 20 T-drill haaroituskone. 2014. Verkkodokumentti. T-drill Oy. <http://www.t-drill.fi/product.asp?sua=1&lang=1&s=4>. Luettu 6.10.2014.
- 21 Huttunen, Mikko. 2014. Toimitusjohtaja, Putki-Rex Oy, Helsinki. Keskustelu 20.10.2014.

Tarjouslaskentaohjelman esimerkki

PUTKI-REX OY

TARJOUS

Sivu 1

Päivä 27.10.2014

Tarjousnumero: 375

TARJOUKSET

TUNTURIKATU 12 MAPRESS

Yhteyshenkilö: PATRIK KOLLIN

littera	nimi	Yhteensä
003	PUTKET MAPRESS	
006	OSAT MAPRESS	

Tarjoushinta ilman Alv:a

Tarjoushinta sisältäen Alv:n

PUTKI-REX OY

Tel: 09-765 480

Y-tunnus 1848302-0

Pankki:

Josafatinkatu 11

Fax: 09-765 849

Kotipaikka Helsinki

IBAN: FI20 8000 1802 1651 50

00510 HELSINKI

www.putkirex.fi

BIC: DABAFIHH

TARJOUSYHTEENVETO

Päivä 27.10.2014

Sivu 1

Tarjousnumero: 375 TUNTURIKATU 12 MAPRESS

Yhteyshenkilö: PATRIK KOLLIN

PUTKET MAPRESS	Työtunnit litteralla	Tuntihinta	Taulukkopalkka	
	Netto	Lisät	Kate	Yhteensä
Tarvikkeet				
Työt				
Työnjohtokulut				
Alihankinnat				
		Lisä-%	Lisäsumma	Yhteensä
Tarvikkeiden hävikki				
Pientarvikelisiä				
Yleislisä				
Rahti				
Hinnannousu				
Kiinteät kulut tarvikkeiden br				
* Käyttökate% tarvikkeiden bru				
* Käyttökate% alihankinnan bru				
Vanhan talon lisä				
Purkutyölisä				
Matka-ajan palkka				
Palkkojen nousu				
* Sosiaalikulut				
* Käyttökate% asentajien brutt				
Työnjohdon palkat asentajien b				
Työnjohdon sosiaalikulut				
Työnjohdon matkakulut				
Kiinteät kulut työnjohdon nett				
Käyttökate% työnjohdon bruttok				
Ruokaraha				
Kärkimieslisä 1				
Matkakustannukset				
	Netto	Lisät	Kate	Yhteensä
Littera yhteensä				Kate %
OSAT MAPRESS	Työtunnit litteralla	Tuntihinta	Taulukkopalkka	
	Netto	Lisät	Kate	Yhteensä
Tarvikkeet				
Työt				
Työnjohtokulut				
Alihankinnat				
		Lisä-%	Lisäsumma	Yhteensä
Tarvikkeiden hävikki				
Pientarvikelisiä				
Yleislisä				
Rahti				
Hinnannousu				
Kiinteät kulut tarvikkeiden br				
* Käyttökate% tarvikkeiden bru				

TARJOUSYHTEENVETO

Päivä 27.10.2014

Sivu 2

Tarjousnumero: 375 TUNTURIKATU 12 MAPRESS

* Käyttökate% alihankinnan bru
Vanhan talon lisä
Purkutyölisä
Matka-ajan palkka
Palkkojen nousu
* Sosiaalikulut
* Käyttökate% asentajien brutt
Työnjohdon palkat asentajien b
Työnjohdon sosiaalikulut
Työnjohdon matkakulut
Kiinteät kulut työnjohdon nett
Käyttökate% työnjohdon bruttok
Kärkimieslisä 1
Matkakustannukset/päivä



	Netto	Lisät	Kate	Yhteensä	Kate %
Littera yhteensä					

TARJOUSYHTEENVETO

Päivä 27.10.2014

Sivu 3

Tarjousnumero: 375 TUNTURIKATU 12 MAPRESS

Yhteenveto

Tarvikkeet

Työt

Nettokulut yhteensä

Bruttokulut yhteensä

Tarjoushinta sisältäen Alv:n

ALV

Tarjoushinta ilman Alv:a

Kate

Työtunnit Tuntihinta Taulukkopalkka

Koko tarjouksen lisät yhteensä:Kiinteät kulut alihankintakuluista
Käyttökate alihankinnan bruttokuluistaTarvikkeiden hävikki
Pientarvikkeiden
Yleisistä
Rahti
Hinnannousu
Kiinteät kulut tarvikkeiden bruttokuluista
Käyttökate tarvikkeiden bruttokuluistaKilometrikorvaukset
Kokopäiväraha
Puolipäiväraha
Ruokaraha
Liikkeen autokulut
Vuokrat
Tarkastusmaksu 1
Tarkastusmaksu 2
Muut kulut
MatkakustannuksetHinnoittelemattomat työt
Mittauslisä
Vanhan talon lisä
Purkutyölisä
Matka-ajan palkka
Palkkojen nousu
Sosiaalikulut
Matkakustannukset
Kiinteät kulut asentajien nettopalkasta
Käyttökate asentajien bruttopalkastaTyönjohdon palkat asentajien bruttopalkasta
Työnjohdon sosiaalikulut
Työnjohdon matkakulut
Kiinteät kulut työnjohdon nettopalkasta
Käyttökate% työnjohdon bruttokuluistaKärkimieslisä 1
Kärkimieslisä 2
Kärkimieslisä 3

Työn massat, kuparipuristusliitos

Kuparipuristusosat Tunturikatu 12

Putki	metrit
54	10
42	55
35	20
28	150
22	85
18	510
15	940
12	95

T-haarat	kpl
54	2
42	7
35	2
28	54
22	11
18	88
15	41
35-28-35	3
28-22-28	6
22-18-22	5
18-15-18	44
15-12-15	20

Supistukset	kpl
54-42	3
42-35	13
35-28	17
28-22	75
22-18	89
18-15	182
15-12	145

90-käyrät	kpl
54	4
42	14
35	-
28	19
22	6
18	218
15	458
12	146

Kierre nipat UK	kpl
42x1 1/2"	2
28x1"	3
22x3/4"	3
18x3/4"	76
15x1/2"	40
12x1/2"	1

Yhdistäjät UK	kpl
42x1 1/2"	2
28x1"	3
22x3/4"	3
18x1/2"	76
15x1/2"	40
12x1/2"	1

Työn massat, komposiittipuristusliitos

Komposiitti osat Tunturikatu 12

Putkikoko	metrit
63	10
50	55
40	20
32	150
25	85
20	510
16	1035

T-haarat	kpl
63	2
50	7
40	2
32	54
25	11
20	88
16	61
40-32-40	3
32-25-32	6
25-20-25	5
20-16-20	44

Supistukset	kpl
63-50	3
50-40	13
40-32	17
32-25	75
25-20	89
20-16	327

90-käyrät	kpl
63	4
50	14
40	-
32	19
25	6
20	218
16	604

Kierre nipat UK	kpl
50x1 1/2"	4
32x1"	6
25x3/4"	4
16x3/4"	152
16x1/2"	82

Työn massat, juotosliitos

Juotettavat osat Tunturikatu 12

Putki	metrit
54	10
42	55
35	20
28	150
22	85
18	510
15	940
12	95

T-haarat	kpl
54	2

90- käyrät	kpl
54	4
42	14

Loput osat laskettiin osaprocentin avulla